

Hydraulics

3rd Year civil

First Term (2009 - 2010)

Chapter ( )

2009 - 2010

بسم الله الرحمن الرحيم

Modeling

هى عملية محاكاة للمنشآت الموجوده بالطبيعه داخل المعامل وذلك عقياس أصغر (مثل الماكيت)

Advantages of modeling:

١- اكتشاف عيوب المنشأ قبل الانشاء.
٢- تقليل تكاليف الانشاء.
٣- دراسة حالات التحميل المختلفه.
٤- تستخدم لدراسة الحالات المعقده.

Disadvantages of modeling:

١- هناك بعض القوى المؤثره لا يمكن تمثيلها معمليا (نسبة الرطوبه - درجة الحراره - الامطار - ....)
٢- عمل النماذج مكلف أكثر من الحلول الرياضيه.
٣- عند استخدام نماذج مشوهه هناك احتمال للخطأ.

Types of similarity:

انواع النمذجه

1- geometric similarity:

وهنا يكون النموذج بنفس نسب الابعاد الموجوده فى الطبيعه

$$L_r = \frac{L_m}{L_p}$$

L_r : النسبه فى الطول
L_m : الطول فى النموذج
L_p : الطول فى الطبيعه

2- Kinematic similarity :

وفيها يتم نمذجة العجلة والسرعة في الطبيعة بعجلة وسرعة اخرى في المعمل وكذلك التعريف

$$V_r = \frac{V_m}{V_p}$$

V_r : النسبة بين سرعة الطبيعة وسرعة المعمل.

V_p : السرعة في الطبيعة.

V_m : السرعة في المعمل .

---

3 - Dynamic similarity:

وفيها يتم نمذجة القوى الموجودة في الطبيعة وتمثيلها بقوة اخرى في المعمل . (مثل الضغط - الـ momentum .....)

$$F_r = \frac{F_m}{F_p}$$

حيث : F_r : النسبة بين القوة الطبيعية والقوة في المعمل

F_m : القوة في المعمل .

F_p : القوة في الطبيعة.

ملحوظة: تتم عملية النمذجة بناء على أحد .

الـ parameters Dimensionless التي تم شرحها في Ch(1)

وهي

IF ، IR ، M ، W ،

وسوف نهتم بدراسة النماذج المبنية على IF ، IR

Modeling depend on R_e :

ونستخدم هنا النوع من النماذج عندما يكون التأثير الأساسي للظواهر معتمداً على اللزوجة للسائل .

ويتم عمل النماذج به فى حالات :

١ - السريان فى المواسير .

٢ - الطلمبات والتربينات .

٣ - حركة الغواصات والاجسام المغمورة فى السوائل .

وفى هذه الطريقة يتم جعل R_e فى الطبيعة = R_e فى المعمل

$$R_{e_r} = \frac{R_{e_m}}{R_{e_p}} \qquad , \qquad R_e = \frac{V \cdot L}{\nu}$$

ν : خاصية ثابتة

$$\therefore \quad R_{e_r} = 1 = \frac{V_r \cdot L_r}{\nu_r}$$

$$\therefore \quad \frac{L_r}{T_r} \cdot L_r = 1$$

$$\therefore \quad \boxed{T_r = L_r^2}$$

فى هذه الحالة يتم استبدال كل زمن مظهر بمربع الطول .

Modeling depend on F

ويستخدم هذا النوع من النماذج عندما يكون التأثير الاساسى للظواهر مرتبط بعجلة الجاذبية

ويستخدم فى الحالات الاتيه.

١- السريان داخل القنوات .

٢- دراسه المنشآت البينيه داخل القنوات .

٣- دراسه حركه الأمواج .

٤- دراسه الظواهر الهيدروليكيه مثل (القفزه الهيدروليكيه)

٥- السريان خلف الهدارات وأسفل البوابات .

وفى هذه الطريقه يتم جعل F فى الطبيعه = F فى المعمل

$$F_r = \frac{F_m}{F_p} \quad , \quad F = \frac{V}{\sqrt{g \cdot y}}$$

$$\therefore F_r = 1$$

$$\therefore \frac{V_r}{\sqrt{g_r . L_r}} = 1$$

عجله الجاذبيه ثابته فى المعمل وفى الطبيعه

$$\therefore V_r^2 = L_r$$

$$\therefore \frac{L_r^2}{T_r^2} = L_r$$

$$\therefore \boxed{T_r = L_r^{1/2}}$$

وفى هذه الحاله يتم استبدال كل زمن بجذر الطول

Types of models: انواع النماذج

1- undistorted models:

نماذج غير مشوهه ويتم فيها استخدام نفس النسب بين الابعاد فى الطبيعه والمعمل وكذلك استخدام نفس مواد الانشاء الطبيعيه

2- Distorted models:

نماذج مشوهه وفيها عكس استخدام نسب مختلفه لتمثيل الابعاد أو استخدام مواد مختلفه عن المواد الطبيعيه.
وتنقسم النماذج المشوهه لنوعين:

Types of distortion:

a - geometric distortion.
يحدث اختلاف فى النسب المستخدمه بين الاطوال

b - material distortion.
وتستخدم فيها مواد غير المستخدمه فى الطبيعه

c - Conveguration distortion.
يتم استخدام ميول سطحيه غير الموجوده بالطبيعه

Problems

(1) A 1:20 model of a spillway dissipates 0.25HP. What is the horsepower dissipated by the prototype? [Ans. 8944.3 HP]

(2) A ship whose full length is 100 m is to travel at 10 m/s. For dynamic similarity what velocity should a 1:75 model of the ship have in a towing tank? [Ans. 2 m/s].

(3) A 1:50 model of an ogee spillway crest records an acceleration of 1.5 m/s^2 at a certain location. What is the homogenous acceleration of the prototype? [Ans. ap=am=1.5 m/s as ar=1]

4- A 1:60 model of an aeroplane is tested in air and the model velocity is 45 m/s. If the model is towed in water of kinematic viscosity $0.01*10^{-4}$ m^2/s (vair=0.15 $*10^{-4}$ m^2/s). What will be the corresponding speed in water. Also calculate the prototype drage if the model drage as measured in water is 6N. given that γair=11.5 N/m^3. [Ans. 180 m/s, 1.58N]

(5) A model of linear scale ratio of 1:10 is prepared of a bridge pier 1 m wide. The depth of water in near the pier is 3 m. The velocity and force measured for the model are 0.6 m/s and 6.4 N respectively. Determine (a) the width of pier in the model (b) depth of water in the model (c) velocity of water under the bridge and (d) the force on the bridge pier.

6- A shallow river is 1200 m wide and the maximum depth of flow in it is 4.6 m. It carries a discharge of 2830 m3/s with a velocity of 0.9 m/s. A model of the river is constructed with a horizontal and vertical scales of 1/800 and 1/40 respectively. What will be the roughness n of the model if that of the river bed is 0.25. Find the discharge of the mode. Is the flow in the model laminar or turbulent? Assume μ=1.1 cp and assume the hydraulic mean depth is equal to the depth of flow. [Ans. 0.142 m/s, Turb. Flow, 14 m/s].

(7) In a model test of a spillway the discharge and velocity of flow over the model are 2 m^3/s and 1.5 m/s respectively. What is the discharge and velocity over the prototype which is 36 times the model size? [Ans. 9 m/s, 15552 m^3/s].

8- An 1500 m wide and shallow river has a flow of 3000 m^3/s with a velocity of 1.5 m/s. The model is constructed at a horizontal scale and vertical scales of 1/800 and 1/40 respectively. If n in the prototype is 0.025 what would be the Manning's n for the model? Find also, the slope of the model? [Ans. 0.0608, 0.0923]

9- A model of a river is constructed to a horizontal scale of 1/1000 and a vertical scale of 1/100. The river has a discharge of 4000 m3/s and n=0.03. Find the discharge and n of the mode. If the time of travel of flood peak through 100 m in the model is 1 hr, how much time would be flood take to travel the corresponding distance in the river? [Ans. 41 lt/s, 0.044, 100 hr].

10- A model boat 1/100 size of its prototype has 0.1 N resistance when simulating a speed of 6 m/s of prototype. In both cases the fluid is water. What is the prototype resistance? Find the speed in the model. [Ans. 10^5 N, 0.6 m/s].

11- It is required to construct a model of a surge tank to study some flow problems in a prototype surge tower. Find the diameter of the tank of the model corresponding to a diameter of 3.5 m in the prototype if n is the same in both model and prototype and the following data are available:

	Length, L m	Pipe dia., d m	Initial Velocity, V m/s
Model	10	0.18	0.4
Prototype	200	1.8	2.0

12- A model to study bed movement is to be constructed with a horizontal scale of 1/500 and vertical scale 1/125. A large sample of bed load from prototype is tested at a slope of 0.002, in a laboratory tilting flume, begins to have general movement at a depth of flow of 150 mm. The critical tractive force to generate a similar general movement of the sand bed to be

بسم الله الرحمن الرحيم

Modelling

Q(1):

* $L_r = 1:20$
* $(H.P)_m = 0.25$ hp

Req.: $(H.P)_p = ?$

Sol.:

$$\because (H.P)_r = \frac{(H.P)_m}{(H.P)_p}$$

$$(H.P)_r = \frac{\gamma_r Q_r H_r}{75 \times \eta} = \gamma_r \cdot Q_r \cdot H_r$$

for the same liquid $\gamma_r = 1$

$$(H.P)_r = Q_r \cdot H_r = \frac{L_r^3}{T_r} \times L_r$$

$$(H.P)_r = \frac{L_r^4}{T_r}$$

for Froude similarity $T_r = L_r^{1/2}$

$$(H \cdot P)_r = \frac{L_r^4}{L_r^{1/2}} = L_r^{3.5}$$

$$L_r^{3.5} = \frac{(H \cdot P)_m}{(H \cdot P)_p}$$

$$\left(\frac{1}{20}\right)^{3.5} = \frac{0.25}{(H \cdot P)_p}$$

$$(H \cdot P)_p = 8944.3 \text{ h.p}$$ #

Q (2):

- $L_p = 100\ m$, $V_p = 10\ m/s$
- $L_r = 1 : 75$, $V_m = ??$

$L_m = ??$

sol.:

$$\because V_r = \frac{V_m}{V_p} = \frac{L_r}{T_r}$$

for Froude similarity $T_r = L_r^{1/2}$

$$V_r = \frac{L_r}{L_r^{1/2}} = L_r^{1/2}$$

$$L_r^{1/2} = \frac{V_m}{V_p}$$

$$\left(\frac{1}{75}\right)^{1/2} = \frac{V_m}{10}$$

$V_m = 1.15\ m/s$ #

$\because\ L_r = \frac{L_m}{L_p}$

$$\frac{1}{75} = \frac{L_m}{100}$$

$L_m = 1.33\ m$ #

Q(3):

* $L_r = 1 : 50$

$a_m = 1.5\ m/s^2$

Req.: $a_p = ??$

sol.:

$$a_r = \frac{a_m}{a_p}$$

$$a_r = \frac{L_r}{T_r^2} = \frac{L_r}{(L_r^{1/2})^2} = \frac{L_r}{L_r}$$

$a_r = 1$

$$1 = \frac{a_m}{a_p}$$

$$a_m = a_p = 1.5 \ m/s^2 \ \#$$

Q(5)

* $L_r = 1:10$

$w_p = 1m$

$y_p = 3m$

$V_m = 0.6 \ m/s$

$F_m = 6.4 \ N$

Req.:

1- $W_m = ?$

2- $y_m = ?$

3- $V_p = ?$

4- $F_p = ?$

Sol.:

$$\because \quad W_r = \frac{W_m}{W_p}$$

$$W_r = L_r$$

$$L_r = \frac{W_m}{W_p}$$

$$\frac{1}{10} = \frac{W_m}{1.0} \Rightarrow W_m = 0.1m \ \#$$

$$\because \quad y_r = \frac{y_m}{y_p}$$

$$L_r = \frac{y_m}{y_p}$$

$$\frac{1}{10} = \frac{y_m}{3} \Rightarrow y_m = 0.3m \ \#$$

$$\because \quad V_r = \frac{V_m}{V_p}$$

$$V_r = \frac{L_r}{T_r} = \frac{L_r}{L_r^{1/2}} = L_r^{1/2}$$

$$L_r^{1/2} = \frac{V_m}{V_p}$$

$$\left(\frac{1}{10}\right)^{1/2} = \frac{0.6}{V_p}$$

$$V_p = 1.90 \ m/s \ \#$$

$$\because \quad F_r = \frac{F_m}{F_p}$$

$$F = \frac{1}{2} \times \gamma y \times y = \frac{1}{2} \gamma y^2 \ /m$$

$$F_r = \frac{1}{2} \gamma_r \cdot y_r^2$$

$\gamma_r \rightarrow 1.0$

$$F_r = (L_r)^2$$

$$(L_r)^2 = \frac{F_m}{F_p}$$

$$\left(\frac{1}{10}\right)^2 = \frac{6.4}{F_p}$$

$$F_p = 640 \ N/m \ \#$$

Q(7): $Q_m = 2 \ m^3/s$, $V_m = 1.5 \ m/s$, $L_r = 1:36$

Req.: $Q_p = ?$, $V_p = ??$

Sol/ :

$$\because \quad Q_r = \frac{Q_m}{Q_p}$$

$$Q_r = \frac{L_r^3}{T_r} = \frac{L_r^3}{L_r^{1/2}} = L_r^{2.5}$$

$$L_r^{2.5} = \frac{Q_m}{Q_p}$$

$$\left(\frac{1}{36}\right)^{2.5} = \frac{2}{Q_p}$$

$$Q_p = 15552 \ \ m^3/s \ \#$$

$$\because \quad V_r = \frac{V_m}{V_p}$$

$$V_r = \frac{L_r}{T_r} = \frac{L_r}{L_r^{1/2}} = L_r^{1/2}$$

$$\left(\frac{1}{36}\right)^{1/2} = \frac{1.5}{V_p}$$

$$V_p = 6 \ \ m/s \ \#$$